

پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شرب شهر شیراز

سجاد مظلومی^۱، علی اکبر بابایی^۲، مهدی فضل زاده دویل^۱، احسان ابوئی^۳، احمد ربیعی نژاد^۳، مهدی نوروزی^۴، خداداد حاج پور سوق^۲

۱. مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲. مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز
۳. مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران
۴. گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم

چکیده

خوردگی یکی از پیچیده ترین و پرهزینه ترین مشکلات مربوط به تولید آب آشامیدنی می باشد. خوردگی می تواند بر روی سلامتی عمومی، پذیرش عمومی یک منبع آب و هزینه های تأمین آب آشامیدنی اثر بگذارد. این تحقیق با هدف تعیین پتانسیل خوردگی آب آشامیدنی شهر شیراز در سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۶ و با استفاده از شاخص های خوردگی لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس انجام گرفت. نتایج نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص لانژلیه به ترتیب برابر با ۰,۸۶ و ۰,۲۳ می باشد و برای شاخص رایزنر به ترتیب ۵,۹۵ و ۰,۳۶ می باشد. محاسبات انجام شده برای شاخص های تهاجمی و پوکوریوس نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص تهاجمی برابر ۱۰,۵۴ و ۰,۲۳ و برای پوکوریوس برابر ۸,۰۶ و ۰,۱۵ می باشد. بررسی اندیسهای خوردگی نشان دادند که آب آشامیدنی شهر شیراز در اکثر موارد دارای پتانسیل رسوبگذاری می باشد و تنها در موارد کمی دارای پتانسیل خوردگی کمی می باشد.

واژه های کلیدی: پتانسیل خوردگی، رسوب گذاری، اندیس های خوردگی، آب شرب، شهر شیراز

Corrosion and Scaling Potential of Shiraz drinking water

mehdi fazlzadeh davil¹, ehsan abouee³, ahmad rabie Sajad Mazloomi¹, ali akbar babaie²,
khodadad hajpoor sough² nejad³, mehdi nouroozie⁴,

¹Department of Environmental Engineering, School of Public Health, Center for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran

²Department of Environmental Engineering, School of Public Health, Center for Environmental Research, Jondi shapoor University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R. Iran

³Department of Environmental Engineering, School of Public Health, Center for Environmental Research, Iran University of Medical Sciences, Ilam, I.R. Iran

⁴Department of Epidemiology, School of Public Health, faculty members of Qom Medical science university, Qom, I.R. Iran

Corrosion is one of the complexity and expensive problems related to drinking water. Corrosion can affect on public health, acceptance a drinking water source and charge of it. Object of This was appointment the corrosion potential of drinking water in Shiraz city in 2007- 2008 by means of corrosion and stability index (Langlier Saturation Index, Ryznar Stability Index, aggressiveness index and Pockurius Scaling Index). The results show that the mean and standard deviation of Langlier Saturation Index was equal to 0.86 and 0.23, respectively and for Ryznar Stability Index (RSI) was equal 5.95 and 0.36, respectively. Obtained results showed that the mean and standard deviation for Aggressiveness Index (AI) and Pockurius Scaling Index (PSI) was equal to 10.54 and 0.23 and 8.06 and 0.15, respectively.

By survey of corrosion indexes it was founded that the most of these indexes in produced water of Shiraz drinking water have scaling potential and only in instance station have corrosion potential.

Key word: corrosion potential, scaling, corrosion indexes, drinking water, Shiraz city

مقدمه:

خوردگی (corrosion) بطور معمول وابسته به فرایندهای شیمیایی می باشد که پیوندهای شیمیایی را می شکند، در حالیکه شکست (erosion) وابسته به فرایندهای مکانیکی و سایش می باشد (۱). خوردگی می تواند در اثر عوامل متعددی از قبیل عوامل محیطی، عوامل میکروبی، دما، PH، سرعت جریان، جنس لوله، غلظت اکسیژن محلول، غلظت ونوع کلر باقیمانده، غلظت یونهای کلرور و سولفات و غلظت کربن و کلسیم معدنی باشد (۲).

خوردگی یکی از پیچیده ترین و پرهزینه ترین مشکلات مربوط به تولید آب آشامیدنی می باشد. خوردگی می تواند بر روی سلامتی عمومی، پذیرش عمومی یک منبع آب و هزینه های تأمین آب آشامیدنی اثر بگذارد. تجزیه موا در نتیجه خوردگی می تواند سالیانه هزینه های بسیار بزرگی بر روی صرف منابع کمیاب پولی جهت تعمیر، جایگزینی، و حفظ سیستم توزیع داشته باشد (۳). سرب و کادمیوم دو فلز بالقوه سمی بوده که در نتیجه خوردگی لوله های شبکه توزیع می تواند وارد بدنه آب شبکه توزیع شوند (۴). مطالعات نشان می دهند که محصولات خوردگی ناشی از سطوح لوله می تواند در شبکه های توزیع تجمع یافته یا ته نشین شوند و میکروارگانیسم ها را از اثر گندزداها محافظت کند (۵). این میکروارگانیسم ها می توانند تکثیر یافته و مشکلاتی از قبیل تولید طعم و بوی بد، توده های بیولوژیکی و در نتیجه افزایش خوردگی نماید (۴). تحقیقات علمی نشان می دهند که همه منابع آبی تا حدودی خورنده هستند (۴). و خوردگی آنها به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آنها دارد (۴). بعلاوه طبیعت موادی که آب در تماس آنهاست نیز به همین اندازه با اهمیت می باشد.

در مسائل مربوط به آب آشامیدنی، بیش از ۵۰۰ سال پیش، از لوله های فلزی یا دیگر انواع لوله جهت انتقال آب شرب استفاده می شده است (۶). و خوردگی لوله های فلزی همچنان یک مسأله مهم به شمار می رفته است. به همان اندازه، خوردگی لوله های آریست سیمان و پوشش سیمانی قسمت داخلی لوله ها نیز با اهمیت می باشد. محصولات جانبی ناش از خوردگی سیستم های توزیع و لوله کشی خانگی می تواند مهمترین منبع انتشار فلزات در آب آشامیدنی باشد. این بار فلزات می تواند کیفیت آب آشامیدنی را کاهش دهد (۳).

آبهای دارای pH پایین خاصیت خوردگی دارند (۷). هرچند که عوامل فیزیکی و شیمیایی دیگری نیز بر میزان تمایل آب به خوردگی اثر دارند. هدف از این تحقیق، مطالعه بر روی میزان تمایل خوردگی آب آشامیدنی شهر شیراز با استفاده از شاخصهای خوردگی و پایداری (لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس) بر روی سیستم توزیع آب این شهر می باشد.

علی رغم این حقیقت که برخی عوامل تجربی هیچ گونه نقشی در این اندیسهها ندارد (لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس) (۸)، با این حال هنوز این شاخصها مشهورترین شاخصها در تعیین احتمال خوردگی آب می باشند (۴). همچنین این شاخصها در تعیین خوردگی لوله های بدون پوشش داخلی و

لوله های دارای پوشش داخلی سیمان دارای اهمیت می باشد (۹). بنابراین این تحقیق اطلاعات با ارزشی در مورد عوامل موثر در تمایل آب به خوردگی را ارائه می دهد. نتایج این تحقیق می تواند اطلاعات مهمی را در مورد دیگر تحقیقات مربوط به خوردگی آب مناطق دیگر کمک کند. همچنین به متصدیان تولید آب آشامیدنی کمک خواهد کرد تا اقدامات لازم جهت کنترل عوامل خوردگی اعمال نمایند. نتایج حاصل از این مطالعه می تواند در بانک اطلاعاتی مربوط به خوردگی آب نگهداری شود.

مواد و روشها

این تحقیق با هدف تعیین پتانسیل خوردگی آب آشامیدنی شهر شیراز در سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۵ و با استفاده از شاخص های خوردگی لانژلیه، رایزنرو تهاجمی انجام گرفت. به این منظور اندازه گیری پارامترهای کل جامدات محلول (TDS)، سختی کلسیم، قلیائیت کل، درجه حرارت آب، pH، PHs، شاخص های پایداری رایزنر، لانژلیه، پوکوریوس و تهاجمی بر روی تمامی ۷۲ حلقه چاه تامین کننده آب شهر شیراز و هم چنین سد درودزن صورت گرفت. عمل نمونه برداری مطابق با دستورالعمل استاندارد متد انجام گرفت که برای این کار نمونه برداری به روش ساده انتخاب شد (۱۰). دلیل انتخاب این روش این بود که پارامترهای شیمیایی آبهای زیرزمینی دچار تغییر زیادی نمی شوند و تقریباً این پارامترها ثابت می باشند.

pH و دما (توسط دستگاه Metrohm herisau مدل E520 ساخت کشور سوئیس) در محل نمونه برداری اندازه گیری شد ولی اندازه گیری قلیائیت، سختی کلسیم و TDS مطابق با دستورالعمل ذکر شده در کتاب استاندارد متد در آزمایشگاه انجام گرفت (۱۰). جهت محاسبه اندیسهای خوردگی لانژلیه و رایزنر ابتدا بایستی pH و PHs محاسبه شود (رابطه ۱)

$$pHs = \{ (9.3 + A + B) - (C + D) \}$$

رابطه (۱)

A = مربوط به کل جامدات محلول در آب (mg/l)

B = مربوط به درجه حرارت آب (0C)

C = مربوط به سختی کلسیم (mg/l CaCO₃)

D = مربوط به قلیائیت (mg/l CaCO₃) (۱۱).

بعد از محاسبه pHs مقادیر اندیس لانژلیه و رایزنر به ترتیب از رابطه های ۲ و ۳ به دست می آید:

$$LI = pH - pHs$$

رابطه (۲)

$$RI = 2pHs - pH$$

رابطه (۳)

pH = pH واقعی آب

$pH = pH_s$ آب در حالت اشباع از کربنات کلسیم

LI = شاخص لانژلیه

RI = شاخص رایزنار (۱۲).

جهت محاسبه شاخص خوردگی (تهاجمی) از رابطه (۴) استفاده می شود:

$$AI = \{pH + \log[(A)(H)] \quad \text{رابطه (۴)}$$

AI = شاخص خوردگی تهاجمی

A = قلیائیت کل ($mg/l CaCO_3$)

H = سختی کلسیم ($mg/l CaCO_3$) (۱۳).

برای محاسبه اندیس پوکوریوس نیز از رابطه های ۵ و ۶ استفاده می شود (۱۴):

$$PI = 2pH_s - pH_{eq} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$pH = pH_{eq}$ آب در حالت تعادل

$T.ALK$ = قلیائیت کل ($mg/l CaCO_3$)

PI = اندیس پوکوریوس

$$pH_{eq} = 1.465 \log(T.ALK) + 4.54 \quad \text{رابطه (۶)}$$

پس از محاسبه اندیسهای خوردگی، نتایج بدست آمده بر اساس استانداردهای ملی آب کشور و استانداردهای بین المللی با نرم افزارهای Excel و SPSS 16.0 تجزیه و تحلیل شد و وضعیت آب از نظر خوردگی بر اساس آنها مشخص شد.

نتایج

برای تعیین پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب آشامیدنی شهر شیراز پارامترهای کیفی آب شامل دما، pH ، قلیائیت کل، سختی کلسیم، کل جامدات محلول (TDS) و pH_s (اشباع) در آب اندازه گیری شد که مقادیر مینیمم، ماکزیمم، میانگین و انحراف معیار این پارامترها در جدول (۱) نشان داده شده است. سپس اندیسهای خوردگی با استفاده از فرمولهای ذکر شده در بالا (اندیس های رایزنر، لانژلیه، پوکوریوس و تهاجمی) برای هر ۷۶ حلقه چاه تامین کننده آب شرب شهر شیراز محاسبه گردید. نتایج محاسبه شده برای شاخص لانژلیه دارای میانگین برابر با ۰.۸۶ با انحراف معیار ۰.۳۶ می باشد (جدول ۱). همچنین نتایج نشان می دهد که میانگین و انحراف معیار برای شاخص رایزنر به ترتیب برابر ۵.۹۵ و ۰.۳۶ می باشد (جدول ۱). محاسبات انجام شده برای شاخص های تهاجمی نشان می دهد که میانگین

و انحراف معیار برای این شاخص به ترتیب برابر ۱۰,۵۴ و ۰,۲۳ می باشد (جدول ۱). هم چنین میانگین و انحراف معیار برای شاخص پوکوریوس به ترتیب برابر ۸,۰۶ و ۰,۱۵ می باشد (جدول ۱). جدول (۲) وضعیت آب شرب شهر شیراز را از نظر خوردگی و رسوبگذاری بر اساس اندیس های خوردگی نشان می دهد.

بحث و بررسی

نتایج بدست آمده از محاسبه شاخص لانژلیه حاکی از آن است که آب تولیدی از تمامی ۷۲ حلقه چاه تأمین کننده آب شرب شهر شیراز و نیز سد درودزن، دارای خاصیت رسوبگذاری می باشد. هیچکدام از این چاهها و سد درودزن (۷۰۲B - ۷۰۱A) خاصیت خوردگی ندارند. اما میزان رسوبگذاری در بین چاهها متفاوت است و تعدادی از این منابع پتانسیل رسوبگذاری بالایی دارند و تعدادی دیگر دارای پتانسیل رسوبگذاری خفیف می باشند. بر اساس نتایج بدست آمده، چاه شماره ۶۰۳ با میزان شاخص لانژلیه برابر ۱,۶۱ رسوبگذارترین منبع تأمین کننده آب می باشد. و چاه شماره B ۱۱۱ با مقدار شاخص ۱,۲۹ و چاه B ۱۰۵ با مقدار شاخص ۱,۲۸ در رده های بعدی می باشند. همچنین چاه E ۱۱۳ با میزان شاخص حدود ۰,۳۹ دارای کمترین میزان رسوبگذاری می باشد. همچنین آب سد درودزن نیز دارای خاصیت رسوبگذاری متوسط می باشد.

نتایج بدست آمده برای شاخص رایزنر، نشاندهنده آن است که حدود ۲۶ حلقه چاه و سد درودزن دارای آب خورنده می باشند و ۴۶ حلقه چاه دیگر خاصیت رسوبگذار دارند. از آنجائیکه ۲۵ درصد آب شبکه آبرسانی شهر شیراز از سد درودزن و ۷۵ درصد دیگر از چاهها برداشت می شود و با نگاهی به نتایج خوردگی و رسوبگذاری شاخص رایزنر به این نتیجه می رسیم که ۵۲ درصد از آب شبکه آبرسانی شهر شیراز دارای پتانسیل خوردگی می باشد. در بین ۴۶ حلقه چاه که خاصیت رسوبگذاری دارند نیز میزان رسوبگذاری متفاوت است که در این بین چاه شماره ۶۰۳ با میزان شاخص رایزنر ۵,۱۸، بیشترین میزان رسوبگذاری و چاه C ۱۰۳ با میزان شاخص ۵,۵۶ کمترین میزان رسوبگذاری را داشت.

از بین ۲۶ حلقه چاه و سد درودزن که بر اساس شاخص رایزنر خاصیت خوردگی داشتند، بیشترین میزان خوردگی بر اساس این شاخص مربوط به آب سد درودزن با میزان شاخص ۶,۹ می باشد. و در بین چاهها، چاه شماره ۶۰۵ دارای بیشترین میزان خوردگی می باشد. در این بین چاه شماره ۵۰۲ دارای کمترین میزان خوردگی بر اساس شاخص رایزنر می باشد.

نتایج بدست آمده بر اساس شاخص تهاجمی نشاندهنده آن است که از بین ۷۲ حلقه چاه و سد درودزن، تنها ۲ حلقه چاه دارای خاصیت خوردگی و ۷۰ حلقه چاه دیگر به همراه سد درودزن رسوبگذار می باشند. بر اساس این شاخص، چاه شماره ۳۱۱ با میزان شاخص برابر ۹,۹۷ و چاه ۳۰۶ با

میزان شاخص ۹,۹۸ دارای خاصیت خوردگی ضعیف می باشد و بقیه چاهها و سد درودزن دارای خاصیت رسوبگذاری و چاه شماره E ۱۱۳ با میزان شاخص ۱۰,۰۵ دارای کمترین میزان رسوبگذاری بر اساس شاخص تهاجمی می باشد.

بر اساس شاخص پوکوریوس نیز تمامی منابع آب شرب شهر شیراز اعم از چاهها و سد درودزن دارای پتانسیل رسوب گذاری می باشند که بر اساس این شاخص در بین آنها چاههای شماره ۳۰۶ و ۳۱۱ دارای بیشترین پتانسیل رسوبگذاری و چاههای شماره ۶۰۵ و سد درودزن دارای کمترین پتانسیل رسوبگذاری بودند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، بر اساس شاخص لانژلیه تمامی چاههای تأمین کننده آب شرب شهر شیراز و سد درودزن رسوبگذار می باشند. همچنین بر اساس شاخص رایزنر، ۴۶ حلقه چاه تأمین کننده آب شرب شهر شیراز رسوبگذار و ۲۶ حلقه چاه دیگر به همراه سد درودزن خورنده می باشند. و بر اساس شاخص تهاجمی نیز ۲ حلقه چاه خاصیت خوردگی و ۷۰ حلقه دیگر به همراه سد درودزن رسوبگذار می باشند. بر اساس شاخص پوکوریوس نیز تمامی منابع آب شرب شهر شیراز اعم از چاهها و سد درودزن دارای پتانسیل رسوب گذاری می باشند.

منابع

- ۱- امیر خاکزاد، خوردگی (اصول، بازرسی و نظارت)، انتشارات طراح، چاپ اول، تهران ۱۳۸۶.
- 2- American Water Works Association. 1990. *Water Quality and Treatment*. American Water Works Association, USA.
- 3- Christian Agatemor & Patrick O. Okolo. Studies of corrosion tendency of drinking water in the distribution system at the University of Benin, *Environmentalist* (2008) 28:379–384.
- 4- Schock MR (1999) Internal corrosion and deposition control. In Association AWW (ed) *Water quality and treatment: a handbook of community water supplies*. McGraw-Hill, pp 1–17.
- 5- Geldreich EE, Lechevallier M (1999) Microbiological quality control in distribution systems. In: Association AWW (ed) *Water quality and treatment: a handbook of community water supplies*. McGraw-Hill, pp 18–49.
- 6- Gedge G (1992) Corrosion of cast Iron in potable water service. In: *Proceedings of the Institute of Materials Conference*. London, UK
- 7- WHO (2004) *Guidelines for drinking water quality*, 3rd edn. World Health Organization, Geneva.
- 8- American Water Works Association Research Foundation and DVGW-Technologizentrum Wasser (AWWARF/DVGWTZW) (1996) In: *Internal Corrosion of water distribution systems*, 2nd edn. Denver, CO.
- 9- LeRoy P, Schock MR, Holtschulte H, Wagner T (1996) Cementbased materials. In *Internal corrosion of water distribution systems*, 2nd edn. Denver CO: AWWA Research Foundation/ DVGW forschungsstelle.
- 10- American Public Health Association, American water work association and Water environment federation 2003. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21th Edition, New York.
- 11- Singh IB, Chakradhar B, Effect of pH and hardness on the scale formation of mild steel in bicarbonate ion containing water, *Corrosion and Its Controls*, Volsiand II 1998, 97:1009-1012.
- 12- Rafferty Kevin, Geo-Heat Center Oregon Institute of Technology 3201 Campus Drive Klamath Falls,

OR 97601, SCALING IN GEOTHERMAL HEAT PUMP SYSTEMS, Prepared For: U.S. Department of Energy, Idaho Operations Office 785 DOE Place Idaho Falls, ID 83401 Contract No. DE-FG07-90ID 13040 , July 1999.

13- Public Health and the Environment World Health Organization Geneva 2007.

Desalination for Safe Water Supply; Guidance for the Health and Environmental Aspects Applicable to Desalination. 2007.pp42-44.

14- Colin, McCaul, Stress corrosion cracking, Senior Engineering Consultant Materials Technology. 2008, Volume7, Number 4.

جدول (۱) - حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه گیری شده در آب شرب شهر شیراز

استاندارد) EPA (MCL	استاندارد ایران		انحراف معیار	میانگین	حداقل	حداکثر	واحد	پارامترهای اندازه گیری شده
	مقدار مجاز	مقدار مطلوب						
-	-	-	۲,۹۳	۲۲,۸۴	۱۸	۳۰	⁰ C	دما
6.5-8.5	-۹,۲ 6.5	۷-8.5	۰,۲۸	۷,۶۹	۶,۹	۸,۴	-	pH
500	1500	500	۱۹۰,۹	۶۵۶,۸	۲۱۲,۳	۱۱۱۵	mg/l	کل جامدات محلول
-	-	-	۱۲۱	۴۶۵,۳۷	۲۰۸	۷۲۸	mg/l CaCO ₃	سختی کلسیم
-	-	-	۶۷	۲۷۱,۶	۱۵۶	۴۸۰	mg/l CaCO ₃	قلیائیت کل
			۰,۲۴	۶,۸۳	۶,۳۳	۷,۷۸	-	pHs
			۰,۲۳	۰,۸۶	۰,۳۹	۱,۶۱	-	اندیس لانجلیز
			۰,۳۶	۵,۹۵	۵,۱۸	۶,۹	-	اندیس رایزنار
			۰,۲۳	۱۰,۵۴	۹,۹۷	۱۱,۳	-	شاخص تهاجمی
			0.15	8.06	7.73	8.44	-	شاخص پوکوریوس

جدول (۲) وضعیت آب شرب شهر شیراز از نظر اندیس های خوردگی و رسوبگذاری

شاخص	شاخص	اندیس	اندیس	شاخص	شاخص	اندیس	اندیس	شماره
پوکوریوس	تهاجمی	رایزنار	لانجلیز	چاه	پوکوریوس	تهاجمی	رایزنار	چاه

100A	0.61	6.18	10.27	8.11	113E	0.39	6.32	10.05	8.14
100B	0.65	6.1	10.28	8.12	113F	0.41	6.38	10.1	8.10
100C	0.78	5.94	10.38	8.13	113G	0.9	5.9	10.61	8.08
100D	0.63	6.14	10.28	8.15	114A	0.95	5.9	10.66	8.09
100E	0.69	6.12	10.35	8.12	114B	0.44	6.42	10.19	8.07
101	1.07	5.76	10.82	8.09	115	1.01	6.08	10.84	7.82
102A	1.04	5.82	10.79	8.09	116A	1.08	5.54	10.64	8.11
102B	0.83	6.14	10.65	7.98	116B	1.12	5.46	10.65	8.15
103A	1.08	5.74	10.82	8.15	301	0.93	5.84	10.58	8.13
103B	1.16	5.49	10.74	8.17	302	1.22	5.46	10.76	8.12
103C	1.17	5.56	10.79	8.12	303	1.14	5.52	10.69	8.12
104	1.02	5.76	10.65	8.02	304	0.92	5.79	10.52	8.16
105A	1.08	5.84	10.81	7.92	305	1.02	5.66	10.63	۷8.2
105B	1.28	5.54	10.95	8.04	306	0.55	5.8	9.98	8.44
106A	0.92	5.86	10.54	8.04	307	1.19	5.82	10.99	7.83
106B	0.95	5.9	10.6	7.97	308	0.59	6.22	10.3	8.12
106C	1.09	5.62	10.67	8.11	309	0.69	5.92	10.25	8.17
106D	0.99	5.82	10.62	8	310	0.84	5.92	10.5	8.15
107A	1	5.7	10.58	8.08	311	0.57	5.76	9.97	8.44
107B	0.81	6.08	10.56	7.96	312	1.14	5.32	10.62	8.33
108	0.99	5.82	10.63	8.07	313	0.96	5.58	10.54	8.31
109A	0.72	6.07	10.43	8.17	314	0.62	5.96	10.2	8.31
109B	0.79	6.02	10.51	8.13	315	0.74	5.92	10.33	8.14
110	1.06	5.68	10.69	8.11	316	0.77	5.66	10.26	8.37
111A	0.78	5.94	10.44	8.16	501	0.69	6.32	10.4	7.87
111B	1.29	5.22	10.81	8.13	502	0.81	6.28	10.55	7.84
111C	0.83	5.94	10.45	8.07	503	0.91	6.18	10.66	7.83
111D	1	5.8	10.68	8.06	504	0.77	6.26	10.49	7.87
111E	1.01	5.98	10.78	7.95	505	0.81	6.28	10.56	7.85
111F	1.06	5.78	10.74	8.01	601	0.65	6.4	10.35	7.83
111G	0.73	6.04	10.39	8.12	602	0.97	6.16	10.81	7.82
111H	1.02	5.76	10.72	8.14	603	1.61	5.18	11.3	8.13
112A	0.79	6.02	10.51	8.08	604	0.65	6.5	10.52	۷7.7
112B	1.1	5.8	10.86	8.12	605	0.53	6.74	10.44	7.73
113A	0.58	6.14	10.18	8.08	701A	0.51	6.89	10.48	7.76
113B	0.78	6.04	10.49	8.07	701B	0.54	6.82	10.48	7.78
113C	0.99	5.82	10.7	8.12	702A	0.54	6.84	10.49	7.74
113D	0.85	5.9	10.51	8.13	702B	0.54	6.9	10.45	7.74

